

AP2

## **FUEL CELL SYSTEM**

Publication number: JP2001167781 (A)

**Publication date:** 2001-06-22

**Inventor(s):** KAMIYA SHOJI; NAKAYAMA AKIHIRO; KAWAGOE EIJI

**Applicant(s):** KAWASAKI HEAVY IND LTD

#### **Classification:**

**Classification:**  
- international: F17C5/04; F17C6/00; H01M8/00; H01M8/04; H01M8/06;  
F17C5/00; F17C6/00; H01M8/00; H01M8/04; H01M8/06; (IPC1-  
7): H01M8/04; F17C 6/00

#### - European:

**Application number:** JP19990351941 19991 210

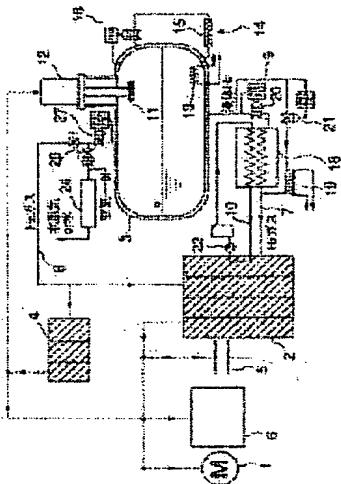
Priority number(s): JP19990351941 19991 219

**Also published as:**

 JP3202009 (B2)

**Abstract of JP 2001167781 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a tank system for preventing evaporation of a liquid fuel within a liquid fuel tank for a fuel cell, more particularly to provide a liquid hydrogen tank system that efficiently prevents escape of fuel during the stop of a driving motor. **SOLUTION:** A freezer 12 is provided in a liquid hydrogen tank 3 and a cold head 11 of the freezer 12 is mounted on a vapor phase part of the tank. A hydrogen gas pipeline 8 is provided to supply a hydrogen gas, which is generated in the vapor phase part, to the fuel cell 2 and to freeze the inside of the hydrogen tank by driving the freezer using the generated power, whereby evaporation of the liquid fuel within the liquid tank can be suppressed.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database — Worldwide

AP2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 告 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-167781

(P2001-167781A)

(43)公開日 平成13年6月22日(2001.6.22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 01 M 8/04  
F 17 C 5/04  
6/00

識別記号

F I  
H O I M 8/04  
F 1 7 C 5/04  
6/00

デマコート(参考)  
N 3E072  
3E073  
5H027

審査請求 有 請求項の数 6 O.L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平11-351941  
(22)出願日 平成11年12月10日(1999.12.10)

(71)出願人 000000974  
川崎重工業株式会社  
兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(72)発明者 神谷 祥二  
千葉県野田市二ツ塚118番地 川崎重工業  
株式会社野田工場内

(72)発明者 中山 章弘  
千葉県野田市二ツ塚118番地 川崎重工業  
株式会社野田工場内

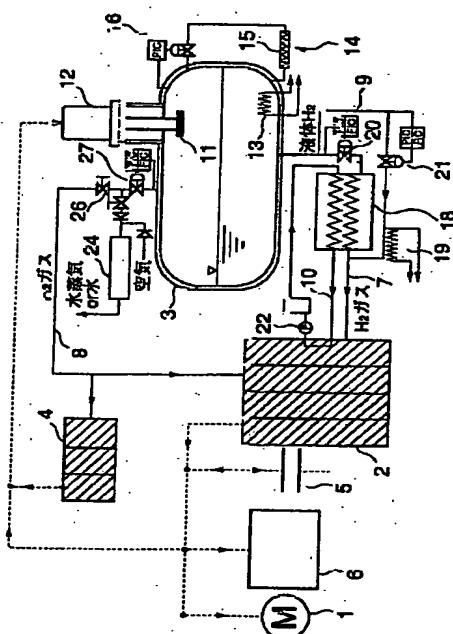
(74)代理人 100104341  
弁理士 関 正治

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57)【要約】

【課題】 燃料電池用液体燃料タンク  
内の蒸発を抑制するタンクシステム、特に駆動モータ休止中においても効率よく燃料の逃散を防止する液体水素  
タンクシステムを提供する。

【解決手段】 液体水素タンク3に冷凍機1,2を備えてそのコールドヘッド1,1をタンクの気相部に取付け、水素ガス配管8を備えて、タンクの気相部で発生する水素ガスを燃料電池2に供給して発生する電力で冷凍機を稼働させて液体水素タンク内を冷却し、液体水素の蒸発を抑制する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池と液体水素タンクを備えた燃料電池用液体水素タンクシステムにおいて、液体水素タンクに冷凍機を備えて該冷凍機のコールドヘッドを該タンクの気相部に取付け、該タンクの気相部から燃料電池に水素ガスを供給する水素ガス配管と調節弁を備えて、前記燃料電池で発生する電力で前記冷凍機を稼働させて前記液体水素タンク内を冷却して液体水素の蒸発を抑制する燃料電池用液体水素タンクシステム。

【請求項2】 小型の副燃料電池をさらに備えて、主となる前記燃料電池が稼働していないときに該副燃料電池に前記タンク気相部から水素ガスを供給して発電した電力で前記冷凍機を運転することを特徴とする請求項1記載の燃料電池用液体水素タンクシステム。

【請求項3】 前記液体水素タンクには液相部と気相部を繋ぎ中間にヒータおよび圧力調節弁を備えた配管を設けて、前記タンク内の圧力を調整するようにしたことを特徴とする請求項1または2記載の燃料電池用液体水素タンクシステム。

【請求項4】 前記配管には酸化触媒を備えた水素処理装置が切替弁を介して接続されていて、外部に放出する水素ガスを酸化させてから放出することができる特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の燃料電池用液体水素タンクシステム。

【請求項5】 前記液体水素タンクの液相部と前記燃料電池の間に設けた主供給配管に熱交換器を備え、該熱交換器と前記燃料電池を循環する熱媒配管を設けて、該熱媒配管内に熱媒を循環させて前記燃料電池で放出される熱を利用して液体水素をガス化して該燃料電池に供給することを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の燃料電池用液体水素タンクシステム。

【請求項6】 前記液体水素タンクの液相部に接続した配管を前記燃料電池の壁に導き、該燃料電池で放出される熱を伝熱により利用して、液体水素をガス化して該燃料電池に供給することを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の燃料電池用液体水素タンクシステム。

【請求項7】 前記主供給配管に並列に始動用供給配管を設け、該始動用供給配管に小型の熱交換器を備えたことを特徴とする請求項5または6に記載の燃料電池用液体水素タンクシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液体水素を用いて燃料電池に水素ガスを供給するためのタンクシステムに関する、特に不使用期間における燃料の減量を抑制することができる車載用液体燃料タンクシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池は、理論的には熱エンジンより効率がよく、大気汚染を伴わないので都市の電力源としてばかりでなく自動車用動力源として期待されている。

自動車用燃料電池に水素を供給する車載用水素容器としては、高压ポンベや水素吸蔵金属を利用した容器があるが容量や重量に問題があり、水素を液体水素として貯蔵するタンクを利用する方が好ましい。

【0003】しかし、液体水素は沸点が低いので、僅かな熱が外部から液体水素タンクに流入しただけで水素がタンク内で蒸発し、発生した水素ガスは安全のため大気に放出しなければならない。したがって、液体水素タンクを車両に搭載して利用する場合には、燃料電池システムが停止している期間中に起こる水素の自然蒸発が問題となる。たとえば1日当たり容量の1%が蒸発するものでは、運転をしなくとも100日間でタンクは空になる勘定になる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】そこで本発明が解決しようとする課題は、液体燃料タンク内の蒸発を抑制するタンクシステムを提供することで、特にエンジンを使用しない期間においても効率よく燃料の逃散を防止する車載用燃料電池に用いる液体水素タンクシステムを提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の燃料電池用液体水素タンクシステムは、燃料電池と液体水素タンクを備え、液体水素タンクに冷凍機を備えてそのコールドヘッドをタンクの気相部に取付け、タンクの気相部から燃料電池に水素ガスを供給する水素ガス配管と調節弁を備えて、燃料電池で発生する電力で冷凍機を稼働させて液体水素タンク内を冷却し、液体水素の蒸発を抑制することを特徴とする。タンクに貯蔵した液体水素を燃料源とする燃料電池システムでは、特に燃料電池が停止している期間中に蒸発する水素の取り扱いが問題となる。本発明の燃料電池用液体水素タンクシステムは、従来は大気に放散していた水素ガスの一部を燃料電池に供給し発生電力で冷凍機を作動させて、タンク内の温度を低下させて自然蒸発量を低減することにより、燃料電池の停止期間中に貯蔵した水素が蒸発して減少する量を抑制することができる。

【0006】なお、小型の副燃料電池をさらに備えて、主燃料電池が稼働していないときに副燃料電池に前記タンク気相部から水素ガスを供給して発電した電力で冷凍機を運転するようにしてもよい。このような副燃料電池を用いることにより、車両の駆動用モータなど主要機器を停止したときに大型の主燃料電池を運転しなくても、冷凍に必要な小容量の副燃料電池を稼働させるだけでタンク内の水素蒸発を抑制することができる。不稼働期間における蒸散防止に効果がある。また、液体水素タンクには液相部と気相部を繋ぎ中間にヒータおよび圧力調節弁を備えた配管を設けて、タンク内の圧力を調整するようにすることが好ましい。タンク内圧力は、水素の蒸発温度を規定する。たとえば0.1MPaから0.5MPaに圧力

上昇すると、飽和温度は20Kから25Kに上昇する。冷凍機の冷却能力は冷凍容量よりも冷凍温度に影響されるので、圧力を高めに調整することにより冷却効果を向上させることができる。

【0007】さらに、水素ガス配管には酸化触媒を備えた水素処理装置を切替弁を介して接続し、外部に放出する水素ガスを酸化させてから放出するようにしてもよい。白金など酸化触媒を使用して大気から取り込んだ空気により水素を酸化し、水あるいは水蒸気にしてから大気放散すれば、水素に起因する危険が全くなくなり安全である。したがって、タンク内圧力を減少させるためタンク内気相ガスを大気に放出する必要がある場合など、切替弁で水素処理装置に送り込んで酸化させてから大気放散するようにすることができる。水素処理装置の排気はクリーンなので環境を汚染することがない。なお、水素と空気の混合条件と触媒の温度条件は蒸発ガス量で決められる。また、酸化反応により若干の発熱が見られるが、この熱は燃料電池始動時における液体水素のガス化に利用することができる。

【0008】なお、液体水素タンクの液相部と燃料電池の間に設けられる主供給配管に熱交換器を備え、熱交換器と燃料電池を循環する熱媒配管を設けて、熱媒配管内に熱媒を循環させて燃料電池で放出される熱を熱交換器で放散させることにより液体水素をガス化して燃料電池に供給するようにすることができる。液体水素をガス化するため空気や水を媒体として熱を供給する。熱が不足すると結氷、結霜、結露等により熱交換性能がさらに低下する。ところが、燃料電池の定格運転中は、燃料電池の発生エネルギーの内約1/2は廃熱として大気に放散させている。そこで、本発明の上記構成では、この廃熱を回収して液体水素のガス化に利用する。熱交換器を主供給配管の途中に設けて水などの熱媒を介して熱交換してもよく、また燃料電池の壁ないし内部に配管を導いて直接に熱吸収させてガス化することもできる。なお、液体水素の輸送はタンク付属のヒータを加熱して液体上記を蒸発させてタンク内圧力を高めることにより行われる。

【0009】さらに、主供給配管に並列に始動用供給配管を設け、始動用供給配管に小型の熱交換器を備えることにより、始動時における熱不足を補うようにすることができる。燃料電池の起動時は燃料電池における発熱が小さいため熱交換器における蒸発が盛んでなく、水素ガスの供給が不足することになる。始動時に必要とされる水素ガス量は小さいので、始動時の燃料供給用として細い配管を熱交換器と並列に設けて小型のヒータを備え、電気ヒータによる加熱で水素を蒸発させて供給するようになることが好ましい。電気ヒータの電力は蓄電器から供給することができる。また、水素処理装置における発熱や大気の温度を利用することもできる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の燃料電池用液体水素タンクシステムについて実施例に基づき図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の1実施例における液体水素タンクシステムのブロック図、図2は本実施例による水素蒸発量節減効果を説明する線図である。

【0011】図1のブロック図に示した燃料電池用液体水素タンクシステムは、車両の駆動用モータ1に電気を供給するためのシステムであって、自動車などに使用する小型の燃料電池2と、燃料電池2に水素ガスを供給するために液体水素を貯蔵する液体水素タンク3を主機として含むものである。本タンクシステムには、さらに副燃料電池4や蓄電器5、さらに電力を使用する各種の補助機器6が含まれる。燃料電池2には液体水素タンクの液相部と接続された主供給配管7とタンクの気相部と接続された水素ガス供給配管8を通して水素が供給されるようになっている。

【0012】液体水素タンク3は真空二重殻により断熱された保温容器で、気相部にコールドヘッダ11を挿入した冷凍機12が配設されており、液相部にはタンク加熱用ヒータ13が配設されている。冷凍機としては、スターリング冷凍機やG-M冷凍機を使用することができる。また、液相部と気相部の間にタンク加圧用配管14が配設され、タンク加圧用配管14にはタンク加圧用ヒータ15と加圧用ヒータライン制御弁16が備えられている。主供給配管7の途中には、主供給ライン用熱交換器18が配設されている。さらに、主供給ライン用熱交換器18を迂回する細い始動時用供給配管9が配設されていて、始動時用供給配管9には始動時供給ライン用熱交換器19が設けられている。

【0013】主供給配管7には主供給ライン制御弁20が設けられ、始動時用供給配管9には始動時供給ライン制御弁21が設けられている。主供給ライン用熱交換器18の熱交換媒体を循環させるため循環ポンプ22を備えた熱媒配管10が設けられており、水などの熱媒を燃料電池2の放熱部と主供給ライン用熱交換器18の間で循環させて流入する液体水素を気化し水素ガスとして燃料電池2に供給するようにしている。

【0014】水素ガス供給配管8は途中で分岐しており、分岐管に水素処理装置24が設けられている。分岐位置に設けられた水素処理切替弁26により分岐管に流された水素ガスは水素処理装置24内で大気から吸引される空気で触媒の助けにより酸化され水蒸気となって大気に放散される。また、水素ガス供給配管8には蒸発水素ライン制御弁27が設けられている。水素ガス配管8は、主たる燃料電池2に加えて副燃料電池4にも水素ガスを供給する。

【0015】燃料電池2で生成された電力は直接または交流変換して駆動用モータ1および主供給ライン用熱交換器の循環ポンプ22やタンク加熱用ヒータ13、燃料電池用の加湿用水ポンプ、空気コンプレッサ、空調機等

の各種補機類6に供給されるとともに、余剰が生じたときは直流のまま蓄電器4に蓄積しておき、運転停止時や始動時など燃料電池2の出力が不足する場合に蓄電器5から出力を補うことができる。また、冷凍機12の電力は通常時は燃料電池2から供給されるが、燃料電池2を停止しているときは蓄電器4から供給される。なお、副燃料電池4を冷凍機の駆動用に常時運転して電力供給をするようにしてもよい。

## 【0016】

【実施例】本実施例の液体水素タンクシステムは車載用燃料電池システムに適用されるもので、効率60%の50kW燃料電池に対して、容量125l、液体水素充填量100l、運転圧力0.6MPa、運転時飽和温度28Kの液体水素タンクが使用されている。なお、液体水素タンクを大気圧下で入熱に任せて放置したときの水素の自然蒸発量は1%/dayと見積もられる。液体水素タンクには、冷凍能力0.17W、冷凍効率（動力W/冷凍能力W）240のスターリング冷凍機が取付けられている。また、主供給配管に設けられる熱交換器は水を媒体として使用し、燃料電池の廃熱の一部を利用して液体水素をガス化する。

【0017】車両を運転しないときは燃料電池を停止するが、停止期間は通常特に長時間に亘るので蒸散により失われる水素量が問題となる。本実施例では、タンク底部から燃料電池に水素を供給する主供給配管と始動時用供給配管を制御弁により遮断し、気相部からの水素ガスを水素ガス供給配管を介して駆動用燃料電池あるいは副燃料電池に送る。これら燃料電池は0.37n1/min（0.83%/day相当）の水素ガスを用いて冷凍機を運転するために必要な電力（40W）を発生する。冷凍機は0.17W冷却能力でタンク内を冷却し0.7%/day相当分の水素を凝縮して液相に戻し、タンクにおける見かけの水素蒸発量は0.83%/dayとなって、大気に放散させる必要がない。なお、この条件において冷凍機を運転しなければ、タンク内の自然蒸発量は1.53%/dayとなる。なお、場合によっては蓄電器の出力で冷凍機を運転することもできる。

【0018】また、燃料電池休止中は、タンク内圧力を燃料電池の定格運転中より高めに保持することが好ましい。タンク内圧力が高ければ水素の蒸発量が減少し放散による消費量が減少するばかりでなく、冷凍機の能力も作動温度が高温になるほど高くなり、特に極低温領域では低温になるほど加速的に低下するため僅かに温度が高くなるだけで能力が大幅に向上升するからである。タンク内圧力を上昇させるには、加圧用ヒーターライン制御弁による圧力制御を用いる。この場合にも、必要な水素ガス量は確保して冷凍機の運転を継続することが好ましいことは言うまでもない。

【0019】図2は、本発明により水素蒸発量が減少する様子を説明するグラフである。図2は、冷凍機の効率

をパラメータとして、横軸に冷凍機を付属しない場合の水素蒸発量、縦軸に冷凍機を付属したときの見かけの水素蒸発量すなわちタンク内の液体水素減少量を、それぞれ%/dayを単位としてプロットしたものである。冷凍機を付属しない時の水素蒸発量は外部からの入熱量に対応するので、横軸には外部入熱を表したスケールを併記してある。本実施例では冷凍機効率を240としており、グラフの上では実線で表した関係を有する。また、自然蒸発量とカルノー効率における理想蒸発量を点線で表してある。冷凍機の能力により見かけの蒸発量が変化するので、異なる効率を有する冷凍機を使用した場合についても表示した。図2のグラフから、入熱量が大きくなれば蒸発量も大きくなるが、自然蒸発と比較すれば冷凍機を備えることにより大きく蒸発量が減少し、条件が異なる場合でも冷凍機を付属させた効果があることが明白である。

【0020】燃料電池の始動時には、水素ガス供給配管と主供給配管を閉鎖し、始動時用供給配管を開いて、所定の少量の液体水素を流して燃料電池を起動する。起動時に必要とされる液体水素量は0.051/minと少ないため、ガス化に必要な熱量も小さい。したがって、始動時供給ライン用熱交換器の熱源としては蓄電器の電力を使用してもよい。なお、燃料電池の停止モードから始動モードに遷移するため水素ガスを燃料電池への供給を止めるとタンク内圧力が上昇するので、切替弁を操作して発生したガスを水素処理装置で処理した後で大気放散させるが、このときに水素処理装置で発生する酸化反応熱を燃交換器の熱源として利用することもできる。

【0021】さらに、燃料電池の定格運転時には、始動時用供給配管を閉鎖し、主供給配管の制御弁を働かせて、燃料電池の水素消費量0.611/minの液体水素流量になるように調整する。液体水素は熱交換器で加熱され温度60°Cでガスとして470N1/minの流量で燃料電池に供給される。熱媒としての水が搬送する熱量は10kW程度となる。なお、燃料電池からは約50kW程度の熱が発生するが、液体水素のガス化の他に燃料電池の運転に必要な加湿のために10kW程度が利用され、また一部は暖房用に利用することもできる。これ以外の活用できない熱は廃熱として車外に放出される。

## 【0022】

【発明の効果】本発明の液体水素タンクシステムは、上記の通り液体水素タンクに冷凍機を設けタンク内で蒸発する水素ガスを使って燃料電池を運転した出力により冷凍機を稼働させて液体水素の蒸散を抑えるので、自動車用燃料電池等の外部から動力を供給することが困難な燃料電池システムにおいても液体水素タンクにおける蒸発消費を抑制して長期間の水素貯蔵を可能とし、特に運転休止期間中の燃料目減りを減少させて燃料電池システムの実用化を促進することができる。また、タンク内の水

素を大気に放出する場合にも、水または水蒸気に変化させてから放出するので、市街地走行時でも危険がない。さらに、水素をガス化して燃料電池に供給する場合に燃料電池の発熱を有効利用するので、エネルギーの無駄を減少させ、また氷結等による熱交換器性能の劣化を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例における液体水素タンクシステムのブロック図である。

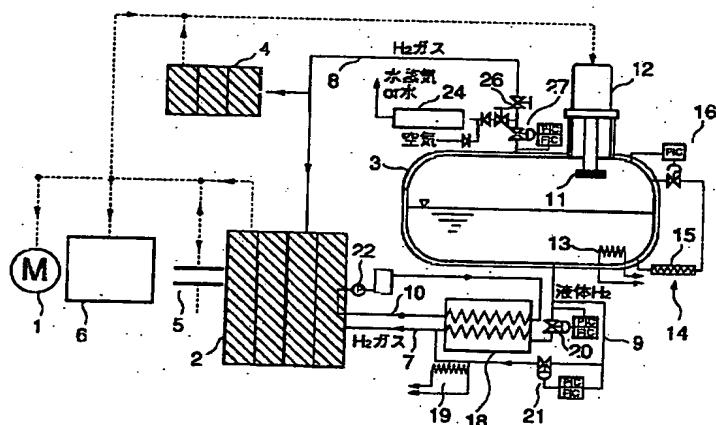
【図2】本実施例による水素蒸発量節減効果を説明する線図である。

【符号の説明】

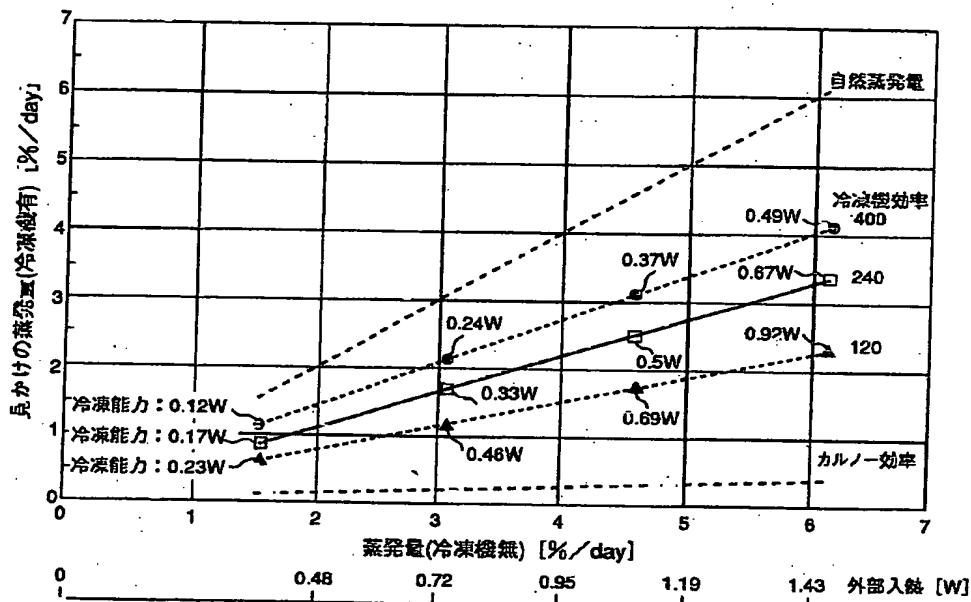
- 1 駆動用モータ
- 2 燃料電池
- 3 液体水素タンク
- 4 副燃料電池
- 5 蓄電器
- 6 各種補助機器

- 7 主供給配管
- 8 水素ガス供給配管
- 9 始動時用供給配管
- 10 热媒配管
- 11 コールドヘッダ
- 12 冷凍機
- 13 タンク加熱用ヒータ
- 14 タンク加圧用配管
- 15 タンク加圧用ヒータ
- 16 加圧用ヒータライン制御弁
- 18 主供給ライン用熱交換器
- 19 始動時供給ライン用熱交換器
- 20 主供給ライン制御弁
- 21 始動時供給ライン制御弁
- 22 循環ポンプ
- 24 水素処理装置
- 26 水素処理切替弁
- 27 蒸発水素ライン制御弁

【図1】



【図2】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年8月3日(2000.8.3)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【発明の名称】燃料電池システム

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 主燃料電池と液体水素タンクを備えた燃料電池システムにおいて、液体水素タンクに冷凍機を備えて該冷凍機のコールドヘッドを該タンクの気相部に取付け、該タンクの気相部から前記主燃料電池に水素ガスを供給する水素ガス配管と調節弁を備え、小型の副燃料電池をさらに備えたもので、前記主燃料電池は発生する電力で前記冷凍機を稼働させて前記液体水素タンク内を冷却して液体水素の蒸発を抑制するものであり、前記副

燃料電池は前記主燃料電池が稼働していないときに該副燃料電池に前記タンク気相部から水素ガスを供給して発電した電力で前記冷凍機を運転するものであることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 前記液体水素タンクには液相部と気相部を繋ぎ中間にヒータおよび圧力調節弁を備えたタンク加圧用配管を設けて、前記タンク内の圧力を調整するようにしたことを特徴とする請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項3】 前記水素ガス配管には酸化触媒を備えた水素処理装置が切替弁を介して接続されていて、外部に放出する水素ガスを酸化させてから放出することができる特徴とする請求項1または2記載の燃料電池システム。

【請求項4】 前記液体水素タンクの液相部と前記主燃料電池の間に設けた主供給配管に熱交換器を備え、該熱交換器と前記主燃料電池を循環する熱媒配管を設けて、該熱媒配管内に熱媒を循環させて前記主燃料電池で放出される熱を利用して液体水素をガス化して該主燃料電池に供給することを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の燃料電池システム。

**【請求項5】** 前記主供給配管を前記主燃料電池の壁に導き、該主燃料電池で放出される熱を伝熱により利用して、液体水素をガス化して該主燃料電池に供給することを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の燃料電池システム。

**【請求項6】** 前記主供給配管に並列に始動用供給配管を設け、該始動用供給配管に小型の熱交換器を備えたことを特徴とする請求項4または5に記載の燃料電池システム。

**【手続補正3】**

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0001  
【補正方法】変更  
【補正内容】  
【0001】

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、液体水素を用いて燃料電池に水素ガスを供給するシステムに関し、特に不使用期間における液体燃料の減量を抑制することができる車載用燃料電池システムに関する。

**【手続補正4】**

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0004  
【補正方法】変更  
【補正内容】  
【0004】

**【発明が解決しようとする課題】** そこで本発明が解決しようとする課題は、液体燃料タンク内の蒸発を抑制する燃料電池システムを提供することで、特にエンジンを使用しない期間においても効率よく燃料の逃散を防止する液体水素を用いた車載用燃料電池システムを提供することである。

**【手続補正5】**

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0005  
【補正方法】変更  
【補正内容】  
【0005】

**【課題を解決するための手段】** 上記課題を解決するため、本発明の燃料電池システムは、燃料電池と液体水素タンクを備え、液体水素タンクに冷凍機を備えてそのコールドヘッドをタンクの気相部に取付け、タンクの気相部から燃料電池に水素ガスを供給する水素ガス配管と調節弁を備えて、燃料電池で発生する電力で冷凍機を稼働させて液体水素タンク内を冷却し、液体水素の蒸発を抑制することを特徴とする。タンクに貯蔵した液体水素を燃料源とする燃料電池システムでは、特に燃料電池が停止している期間中に蒸発する水素の取り扱いが問題となる。本発明の燃料電池システムは、従来は大気に放散していた水素ガスの一部を燃料電池に供給し発生電力で冷凍機を作動させて、タンク内の温度を低下させて自然蒸

発量を低減することにより、燃料電池の停止期間中に貯蔵した水素が蒸発して減少する量を抑制することができる。

**【手続補正6】**

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0006  
【補正方法】変更  
【補正内容】

**【0006】** 本発明の燃料電池システムは、小型の副燃料電池をさらに備えて、主燃料電池が稼働していないときに副燃料電池に前記タンク気相部から水素ガスを供給して発電した電力で冷凍機を運転するようにすることを特徴とする。このような副燃料電池を用いることにより、車両の駆動用モータなど主要機器を停止したときにも大型の主燃料電池を運転しなくても、冷凍に必要な小容量の副燃料電池を稼働させるだけでタンク内の水素蒸発を抑制することができるので、不稼働期間における蒸散防止に効果がある。また、液体水素タンクには液相部と気相部を繋ぎ中間にヒータおよび圧力調節弁を備えた配管を設けて、タンク内の圧力を調整するようにすることが好ましい。タンク内圧力は、水素の蒸発温度を規定する。たとえば0.1MPaから0.5MPaに圧力上昇すると、飽和温度は20Kから25Kに上昇する。冷凍機の冷却能力は冷凍容量よりも冷凍温度に影響されるので、圧力を高めに調整することにより冷却効果を向上させることができる。

**【手続補正7】**

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0010  
【補正方法】変更  
【補正内容】  
【0010】

**【発明の実施の形態】** 以下、本発明の燃料電池システムについて実施例に基づき図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の1実施例における燃料電池システムのブロック図、図2は本実施例による水素蒸発量節減効果を説明する線図である。

**【手続補正8】**

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0011  
【補正方法】変更  
【補正内容】

**【0011】** 図1のブロック図に示した燃料電池システムは、車両の駆動用モータ1に電気を供給するためのシステムであって、自動車などに使用する小型の燃料電池2と、燃料電池2に水素ガスを供給するために液体水素を貯蔵する液体水素タンク3を主機として含むものである。本システムには、さらに副燃料電池4や蓄電器5、さらに電力を使用する各種の補助機器6が含まれる。燃料電池2には液体水素タンクの液相部と接続された主供給配管7とタンクの気相部と接続された水素ガス供給配

管8を通して水素が供給されるようになっている。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】

【実施例】本実施例は車載用燃料電池システムに適用されるもので、効率60%の50kW燃料電池に対して、容量125l、液体水素充填量100l、運転圧力0.6MPa、運転時飽和温度28Kの液体水素タンクが使用されている。なお、液体水素タンクを大気圧下で入熱に任せて放置したときの水素の自然蒸発量は1%/dayと見積もられる。液体水素タンクには、冷凍能力0.17W、冷凍効率(動力W/冷凍能力W)240のスターリング冷凍機が取付けられている。また、主供給配管に設けられる熱交換器は水を媒体として使用し、燃料電池の廃熱の一部を利用して液体水素をガス化する。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】

【発明の効果】本発明の燃料電池システムは、上記の通り液体水素タンクに冷凍機を設けタンク内で蒸発する水素ガスを使って燃料電池を運転した出力により冷凍機を稼働させて液体水素の蒸散を抑えるので、自動車用燃料電池等の外部から動力を供給することが困難な燃料電池システムにおいても液体水素タンクにおける蒸発消費を抑制して長期間の水素貯蔵を可能とし、特に運転休止期間中の燃料目減りを減少させて燃料電池システムの実用化を促進することができる。また、タンク内の水素を大気に放出する場合にも、水または水蒸気に変化させてから放出するので、市街地走行時でも危険がない。さらに、水素をガス化して燃料電池に供給する場合に燃料電池の発熱を有効利用するので、エネルギーの無駄を減少させ、また氷結等による熱交換器性能の劣化を防ぐことができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】本発明の1実施例における燃料電池システムのブロック図である。

---

【手続補正書】

【提出日】平成13年2月5日(2001.2.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 主燃料電池と液体水素タンクを備えた燃料電池システムにおいて、液体水素タンクに冷凍機を備えて該冷凍機のコールドヘッドを該タンクの気相部に取付け、該タンクの液相部から前記主燃料電池に水素を供給する主供給配管に加えて該タンクの気相部から前記主燃料電池に水素ガスを供給する水素ガス配管と調節弁を備え、小型の副燃料電池をさらに備えたもので、前記主燃料電池は発生する電力で前記冷凍機を稼働させて前記液体水素タンク内を冷却して液体水素の蒸発を抑制するものであり、前記副燃料電池は前記主燃料電池が稼働していないときに該副燃料電池に前記タンク気相部から水素ガスを供給して発電した電力で前記冷凍機を運転するものであることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 前記液体水素タンクには液相部と気相部を繋ぎ中間にヒータおよび圧力調節弁を備えたタンク加圧用配管を設けて、前記タンク内の圧力を調整するようにしたことを特徴とする請求項1記載の燃料電池システ

ム。

【請求項3】 前記水素ガス配管には酸化触媒を備えた水素処理装置が切替弁を介して接続されていて、外部に放出する水素ガスを酸化させてから放出することができる特徴とする請求項1または2記載の燃料電池システム。

【請求項4】 前記主供給配管に熱交換器を備え、該熱交換器と前記主燃料電池を循環する熱媒配管を設けて、該熱媒配管内に熱媒を循環させて前記主燃料電池で放出される熱を利用して液体水素をガス化して該主燃料電池に供給することを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の燃料電池システム。

【請求項5】 前記主供給配管を前記主燃料電池の壁に導き、該主燃料電池で放出される熱を伝熱により利用して、液体水素をガス化して該主燃料電池に供給することを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の燃料電池システム。

【請求項6】 前記主供給配管に並列に始動用供給配管を設け、該始動用供給配管に小型の熱交換器を備えたことを特徴とする請求項4または5に記載の燃料電池システム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】燃料電池2で生成された電力は直接または交流変換して駆動用モータ1および主供給ライン用熱交換器の循環ポンプ22やタンク加熱用ヒータ13、燃料電池用の加湿用水ポンプ、空気コンプレッサ、空調機等の各種補機類6に供給されるとともに、余剰が生じたと

きは直流のまま蓄電器5に蓄積しておき、運転停止時や始動時など燃料電池2の出力が不足する場合に蓄電器5から出力を補うことができる。また、冷凍機12の電力は通常時は燃料電池2から供給されるが、燃料電池2を停止しているときは副燃料電池4から供給される。なお、副燃料電池4を冷凍機の駆動用に常時運転して電力供給をするようにすることもできる。

---

フロントページの続き

(72)発明者 川越 英司

千葉県野田市二ツ塚118番地 川崎重工業  
株式会社野田工場内

Fターム(参考) 3E072 AA03 DA01 GA30

3E073 AA10 DA04

5H027 AA02 BA13 CC06 DD00 DD03

MM01 MM09